CONNAISSANCE DES MINÉRAUX

# Table des matières


Introduction . . . . . 1
Gisements au Manitoba . . . . . 7
Histoire du cuivre et du zinc . . . . . 7
Utilisations du cuivre et du zinc . . . . . 11
Types de gisements . . . . . 14
Exploration des gisements de cuivre-zinc . . . . . 16
Exploitation d'un gisement . . . . . 16
Protection de l'environnement . . . 20
Conclusion . . . . . 21
Bibliographie . . . . . 24


*Page couverture : Mine Rod à Snow Lake*

92-07017/

# Bienvenus dans le domaine des minéraux

Les abondantes ressources minières du Manitoba constituent une partie essentielle de notre important patrimoine de richesses naturelles. Au Manitoba, il est presque impossible de passer ne serait-ce qu'une journée sans se servir d'un objet dont la matière première a été extraite de ce patrimoine. Le béton qui a servi à construire votre maison ou votre lieu de travail a sans doute été formé à partir d'un mélange de sable et de gravier, des ressources qui abondent au Manitoba. Ou peut-être ont-ils été construits avec des pierres à bâtir tirées d'une des carrières de la province. Il y a probablement chez vous quelques fils ou tuyaux de cuivre qui ont peut-être été fabriqués à partir des minerais provenant d'une mine du nord du Manitoba. Et c'est précisément dans ces mêmes mines que l'on extrait le zinc qui sert à galvaniser l'acier de votre voiture pour la protéger contre la rouille. À table, vous vous servez probablement de couverts en acier inoxydable, fabriqués avec du nickel, l'une des plus grandes richesses minérales du Manitoba. Peut-être roulez-vous avec de l'essence raffinée à partir de pétrole manitobain. Il est même possible que le jour de votre mariage, vous échangiez des alliances fabriquées avec de l'or du Manitoba.

Les industries minières, extractives et pétrolières du Manitoba s'efforcent d'exploiter ces ressources et de les transformer en produits d'usage quotidien. Ce faisant, ces industries sont appelées à créer des milliers d'emplois au Manitoba. Que ce soit des commis, des mineurs ou des cadres, toutes ces personnes dépensent à leur tour leur salaire pour se procurer les biens et services produits par des centaines d'autres travailleurs et entreprises. En somme, ces industries et les secteurs secondaires dont elles favorisent le développement jouent un rôle prépondérant dans la prospérité et la stabilité du Manitoba.

Ces richesses constituent par ailleurs une importante source de revenu pour le gouvernement provincial. La perception des redevances et de l'impôt sur le patrimoine de ressource naturelles permet au gouvernement de continuer à offrir aux Manitobains les services auxquels ils s'attendent. Ces recettes permettent aussi au gouvernement d'assurer le financement convenable des écoles, des hôpitaux et du réseau routier, contribuant ainsi à faire de notre province un endroit où il fait bon vivre.

L'objectif visé par cette série "Connaissance des minéraux" est de faire prendre conscience aux Manitobains non seulement de l'abondance et de la diversité de nos ressources minières, mais aussi de leur importance. Chaque brochure de cette série est consacrée à un secteur de notre industrie minière, et comprend une description de cette ressource, l'histoire de son développement au Manitoba et la situation de l'industrie à l'heure actuelle. Nous espérons que ces publications vous aideront à mieux comprendre pourquoi il est tellement important, et à la fois passionnant, pour le Manitoba de poursuivre l'exploitation de son patrimoine de ressources minérales.

Le fascicule intitulé **"Le cuivre et le zinc au Manitoba"** explore l'évolution de ces deux métaux, depuis les premiers outils en cuivre et les anciennes pièces moulées en laiton, jusqu'à l'acier galvanisé et les micro-puces de l'ère moderne. Les peuplades autochtones du Manitoba façonnaient le cuivre des milliers d'années avant l'arrivée des Européens. Mais ce n'est que depuis les années 1930 que l'on exploite le cuivre et le zinc au Manitoba à l'échelle commerciale, et c'est donc depuis lors que les mines du Manitoba ont alimenté de façon soutenue les marchés du monde entier.

Tout au long de ce périple, le ministère de l'Énergie et des Mines du Manitoba et les organismes provinciaux qui l'ont précédé se sont efforcés de renforcer l'industrie minière manitobaine et de veiller à l'exploitation judicieuse de ce patrimoine. Dans **"Le cuivre et le zinc au Manitoba"**, Bruno Esposito, géologue au service du Ministère, nous brosse un tableau général de ce secteur essentiel de notre industrie minière.

**This publication is available in large print, audiotape or braille on request.**

# Le cuivre et le zinc au Manitoba

## Introduction

Le cuivre (Cu) est un métal brun-rougeâtre, brillant et durable, excellent conducteur de chaleur et d'électricité. Il est l'un des plus vieux métaux connus de l'homme et a servi, depuis les temps anciens, à la fabrication d'une foule d'objets utiles : ustensiles divers, armes, bijoux et pièces de monnaie. On le trouve quelquefois à l'état natif, mais il provient aujourd'hui en presque totalité de minéraux tels que la chalcopyrite, la bornite, la cuprite, la chalcocite et la malachite (Tableau 1).

Grâce aux propriétés mécaniques et chimiques qu'il présente, le cuivre est un métal irremplaçable dans de nombreuses utilisations industrielles.

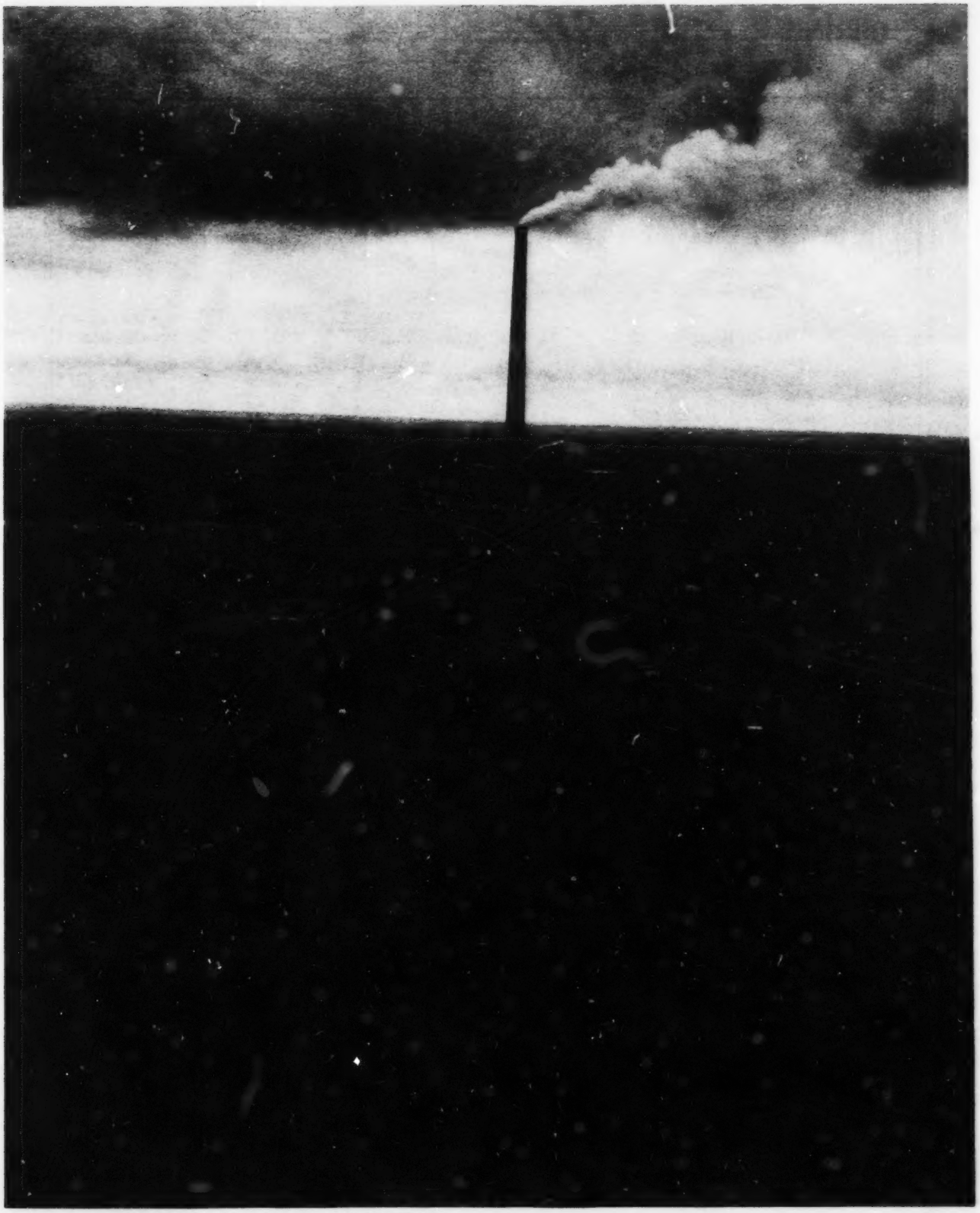
Le zinc (Zn) est un métal bleu-argent très luisant après la coupe, mais qui se ternit rapidement au contact de l'air, résultat de la formation d'une mince pellicule d'oxyde. Une fois formée, cette couche lui sert de protection contre les agents oxydants naturels. Connu depuis très longtemps parce qu'entrant dans la composition du laiton, il ne fut isolé à l'état pur qu'assez récemment. Les minerais de zinc les plus abondants sont la sphalérite ou blende, la smithsonite et la zincite (Tableau 1).

L'utilisation du zinc est très variée, en raison surtout de sa résistance à la corrosion. Dans le sol, la chalcopyrite et la sphalérite sont ordinairement associées; et c'est sous cette seule forme de minerai de cuivre et de zinc qu'ils sont exploités économiquement au Manitoba. D'importants complexes miniers en assurent l'extraction dans les régions de Flin Flon et de Lynn Lake, au nord de la province. Le cuivre est aussi obtenu en plus faibles quantités dans la région de Thompson, dans le nord du Manitoba, comme sous-produit de l'extraction du nickel.

À l'état naturel, les sulfures de zinc et de cuivre sont souvent associés en proportions variables à des minéraux sans intérêt économique tels que la pyrite, la pyrrhotine, le quartz, la calcite, le graphite, la chlorite, le mica, etc. Des procédés d'extraction successifs et complexes sont nécessaires pour récupérer les métaux sous une forme utilisable (Figure 2). Le premier de ces procédés qui consiste à isoler les minéraux intéressants, fait appel à des concentrateurs situés près des mines. Dans la phase suivante, les métaux sont extraits de leurs sulfures : le cuivre en fonderie et le zinc en raffinerie (comme dans le complexe de Flin Flon). Puis ils sont à nouveau raffinés avant leur utilisation par l'industrie. L'exploitation du cuivre et du zinc est une importante source de revenus pour la province et la principale raison d'être de plusieurs agglomérations du Nord (Flin Flon, Snow Lake et Leaf Rapids). La figure 3 montre la production annuelle de cuivre et de zinc au Manitoba : en 1984, 61 224 tonnes* de cuivre et 48 564 tonnes de zinc, soit respectivement 116 millions et 68 millions de dollars. Pour assurer la croissance de cette importante industrie, qui employait directement 3 000 personnes en 1984, on doit découvrir de nouveaux gisements pour remplacer ceux qui sont actuellement en exploitation.

Plusieurs sociétés explorent différentes régions de la province. Les recherches sont concentrées sur le Bouclier précambrien, particulièrement dans la région de Flin Flon-Snow Lake, qui semble la plus prometteuse.

* 1 tonne = 1 000 kilogrammes
1 kilogramme = 2,20462 livres "avoir-du-poids"



*Le complexe métallurgique et minier de Flin Flon de la H.B.M. & S.*
(Canadian Mining Journal)

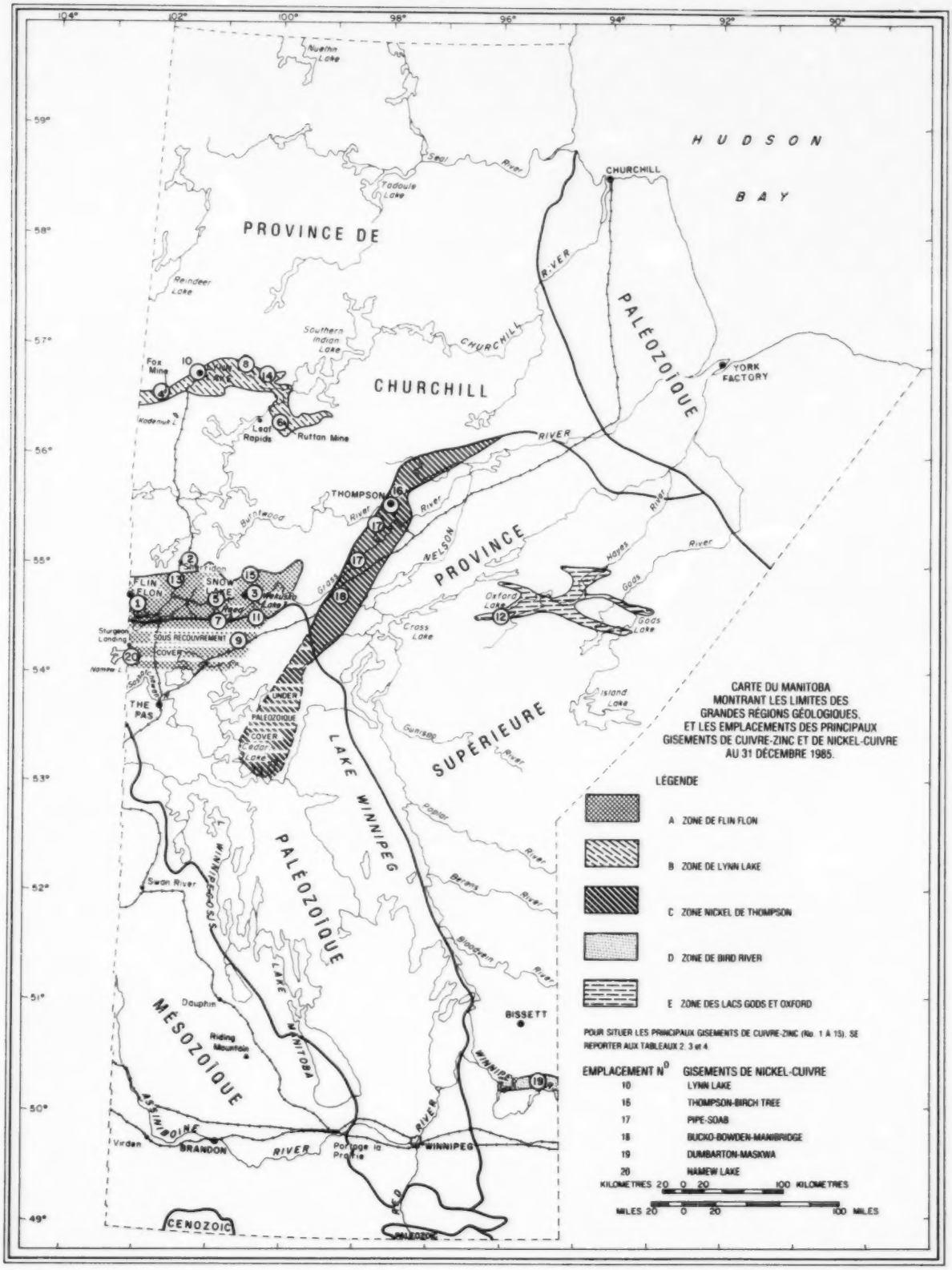
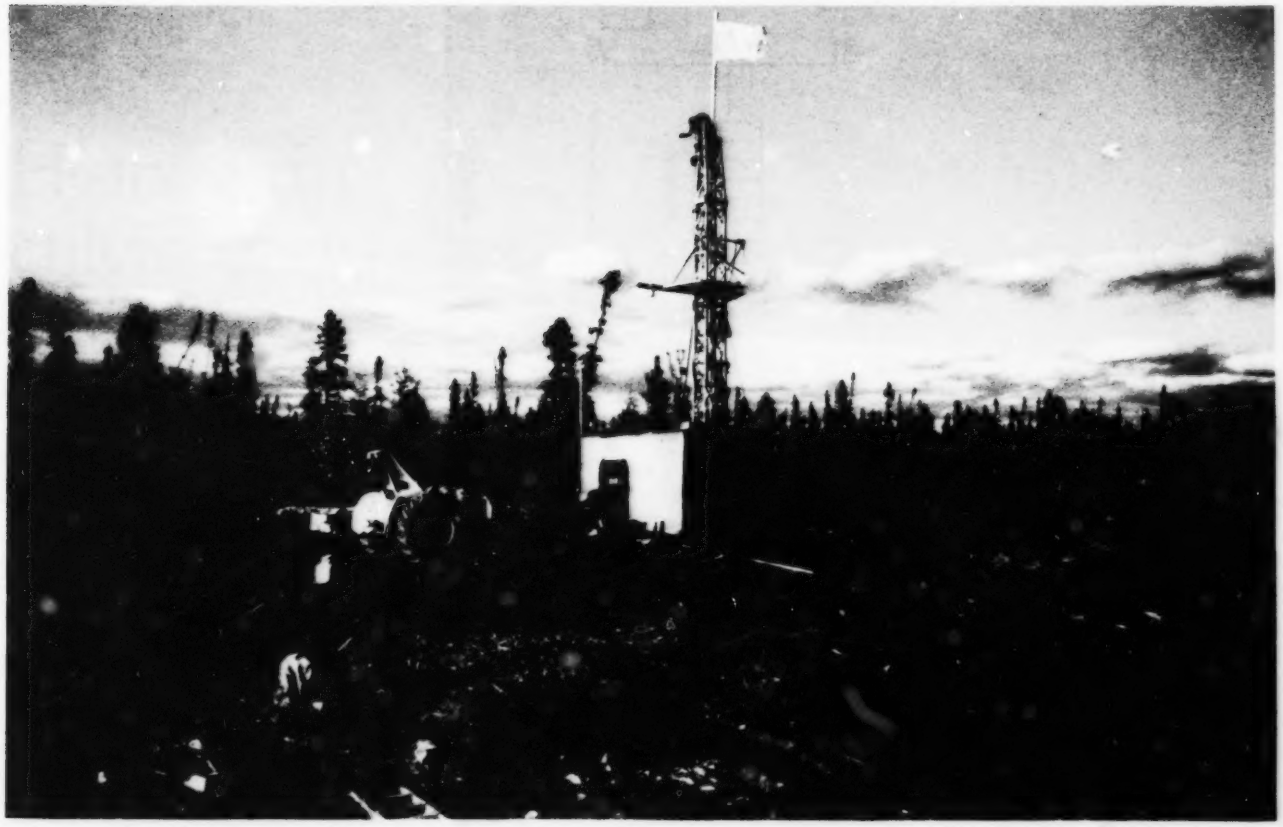



*Figure 1*
*Carte du Manitoba montrant les limites des grandes régions géologiques, et les emplacements des principaux gisements de cuivre-zinc et de nickel-cuivre.*

TABLEAU 1 : MINERAIS DE CUIVRE ET DE ZINC LES PLUS COURANTS :

| MINERAI | COMPOSITION | TENEUR EN MÉTAL | DURETÉ | COULEUR |
|---|---|---|---|---|
| Chalcopyrite | $CuFeS_2$ | 34 % Cu | 3,5-4 | jaune-laiton |
| Bornite | $Cu_5FeS_4$ | 63 % Cu | 3 | rouge-bronze |
| Cuprite | $Cu_2O$ | 89 % Cu | 3,5-4 | rouge vif ou rouge noirâtre |
| Chalcocite | $Cu_2S$ | 80 % Cu | 2,5-3 | plomb-gris sombre |
| Malachite | $CuCO_3Cu(OH)_2$ | 57 % Cu | 3,5-4 | vert brillant |
| Sphalérite | ZnS | 67 % Zn | 3,5-4 | brun, noir ou jaune |
| Smithsonite | $ZnCO_3$ | 52 % Zn | 4-4,5 | habituellement brun sale |
| Zincite | ZnO | 80 % Zn | 4-4,5 | rouge sombre ou jaune-orange |



*Un forage Cominco près de la route Manfor, Le Pas*

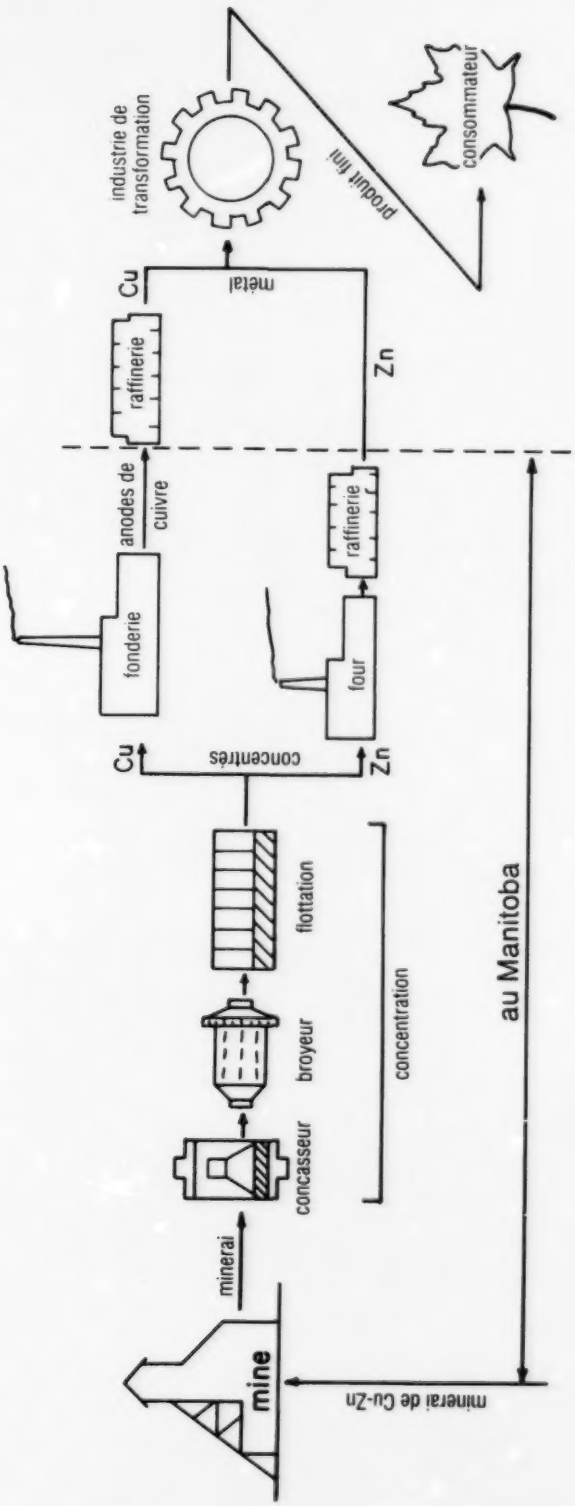



*Figure 2.*
*Schéma simplifié montrant le cheminement du minerai de cuivre-zinc, de la mine au consommateur.*

# Gisements au Manitoba

Le Bouclier précambrien, qui couvre 60 % du socle au Manitoba est divisé en deux provinces géologiques (Figure 1). Les roches de la province supérieure sont archéennes (plus de 2 500 millions d'anneés), celles de la province de Churchill sont surtout protérozoïques (2 500 à 1 700 millions d'années).

Tous les gisements exploitables de cuivre et de zinc découverts jusqu'à maintenant se trouvent dans la province de Churchill, et plus précisément dans les roches sédimentaires et volcano-métamorphiques des zones de Flin Flon et de Lynn Lake (Figure 1). Leur âge moyen mesuré est d'environ 1 800 millions d'années.

Des gisements de sulfures, inexploitables en raison de leur faibles teneurs en cuivre et en zinc, ont été découverts un peu partout sur le Bouclier précambrien manitobain. Ces gisements sont associés à des roches volcaniques intrusives (gabbros et granites) ou à des roches sédimentaires.

Les gisements de nickel (Ni) se trouvent à la fois dans la province de Churchill et la province supérieure (Figure 1); ils contiennent un faible pourcentage de cuivre allant de 0,1 % dans la zone de nickel de Thompson, 0,3 % dans la zone de Bird River située au sud du Manitoba, jusqu'à un peu plus de 0,5 % dans les gisements de Lynn Lake. Le gisement de Ni-Cu de Namew Lake, récemment découvert, semble contenir jusqu'à 1 % de Cu. Les gisements exploitables découverts dans les régions de Lynn Lake et de Bird River sont épuisés.

Le ministère de l'Énergie et des Mines du Manitoba a dressé une liste des plus importants gisements de la province donnant leur emplacement, le nom des propriétaires, ainsi que leur tonnage et leurs teneurs quand cela était possible; on y trouve aussi la description de certains gites métallifères de la province. Pour plus de renseignements sur les gisements de cuivre et de zinc, on invite le lecteur à consulter les cartes de l'inventaire minier du Manitoba, disponibles pour consultation et copie au bureau de la Section des services d'exploration, Direction des mines, Winnipeg, ou au Bureau d'enregistrement des mines à Le Pas.

# Histoire du cuivre et du zinc

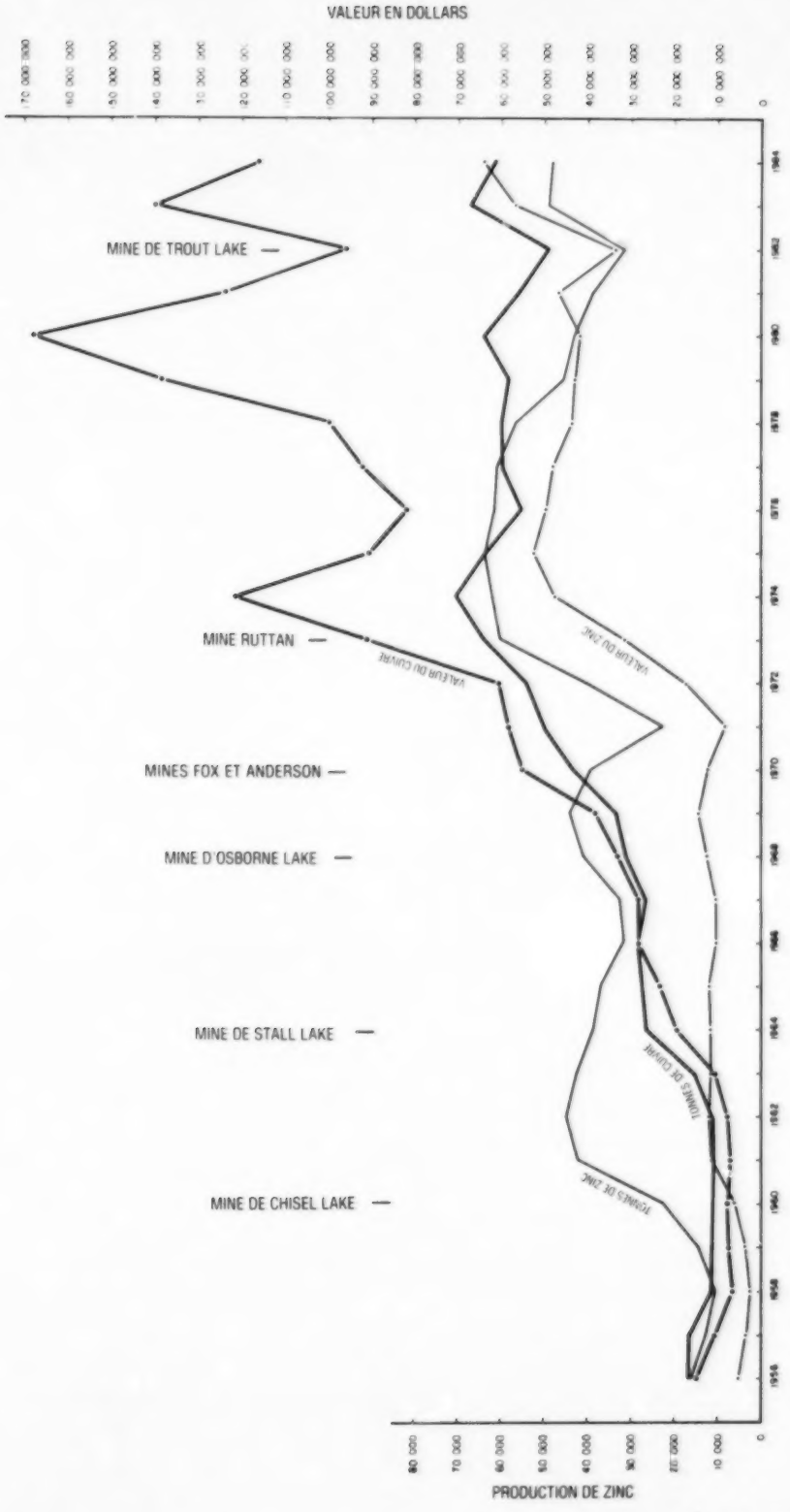
## Résumé historique

Le mot **cuivre** vient du nom de l'île de Chypre (CYPRUS), située dans la partie est de la Méditerranée, qui produisait abondamment ce métal avant et pendant l'époque romaine. Les Romains appelaient le cuivre "aes cyprium" soit "métal chypriote". La prononciation de ce mot en latin classique devait ressembler à "cuprum" duquel le mot cuivre et son symbole Cu ont été dérivés.

Le cuivre existe à l'état natif dans le sol et, avec l'or et l'argent, il a été un des premiers métaux utilisés par l'homme. Des vestiges d'objets datant de plus de 7 000 ans ont été découverts dans les pays à l'est de la Méditerranée, en Mésopotamie et en Amérique du Nord. D'abord attiré par son aspect brillant et agréable, l'homme a découvert très tôt que le cuivre était malléable et qu'en le battant, il pouvait le former à sa guise. Ce procédé, qui le rendait suffisamment dur pour être affûté, a permis à l'homme de fabriquer des armes et des ustensiles tranchants et durables.

En Asie comme en Europe, trois étapes ont marqué le développement de la métallurgie du cuivre. Le cuivre natif a d'abord été formé par martelage, puis par fonte et moulage; enfin, la fonderie a permis l'extraction du métal à partir des minerais. Sont ensuite apparus le bronze, alliage de cuivre et d'étain, puis le laiton, alliage de cuivre et de zinc.

En Amérique du Nord, de nombreux gisements de cuivre natif existent dans les régions situées autour du lac Supérieur; des milliers de travaux préhistoriques ont été découverts sur l'île Royale et dans la péninsule de Keweenaw. Les Indiens (Old Copper Indians) ont été les premiers à utiliser le cuivre dans cette région, et peut-être les premiers au monde. Il y a 7 000 ans, leur territoire s'étendait jusqu'au sud du Manitoba, où des objets en cuivre ont été découverts près des rivières Winnipeg,




(Énergie, Mines et Ressources, Ottawa)

*Figure 3.*
*Production de cuivre et de zinc au Manitoba, 1956-1984.*

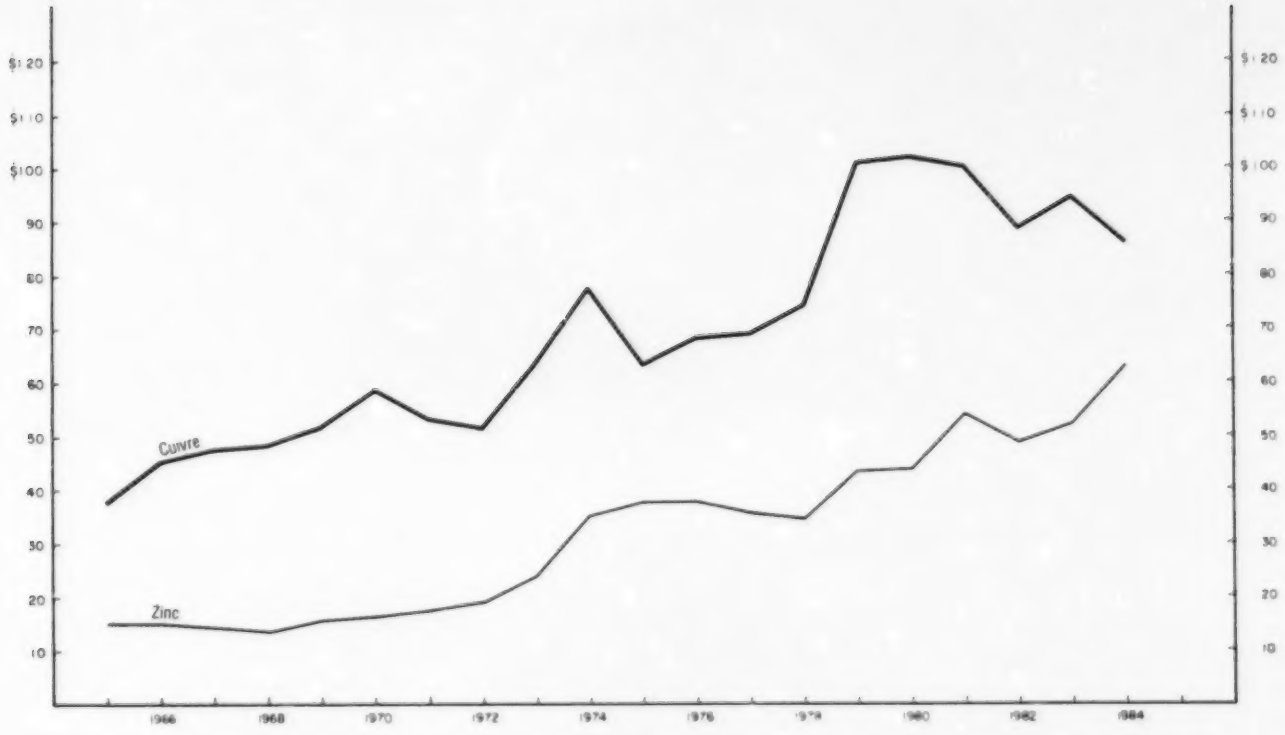



*Figure 4.*
*Prix moyen par livre du cuivre et du zinc, 1965-1984.*

Assiniboine et Rouge, jusqu'au mont Riding. Il semble que ces Indiens aient surtout utilisé le cuivre pour fabriquer des ustensiles et des armes, rarement des bijoux.

Des objets de cuivre, vieux de 4 000 ans et qui semblent avoir appartenu à d'autres Indiens, ont été découverts dans la région du lac Caribou, dans le sud-est du Manitoba.

En raison de l'abondance du cuivre natif, les Indiens d'Amérique du Nord n'ont jamais eu besoin de chercher une autre source pour ce métal. La fonderie et le moulage leur étaient inconnus. Ils travaillaient le cuivre par martelage à froid, puis le trempaient pour le rendre moins cassant.

Le zinc n'existe pas à l'état natif. Il est possible que sa première utilisation, comme composant du laiton, ait été accidentelle, par suite du mélange de minerais de zinc et de cuivre. Chez les Grecs et les Romains, l'utilisation du laiton était fréquente, surtout pour la décoration et les pièces de monnaie. La production du zinc métal n'a commencé en Europe que vers la fin du XVII[e] siècle; cependant, en Chine, celle-ci avait commencé au moins dix siècles avant notre ère, et paraît-il, plus antérieurement encore aux Indes et en Perse.

# Histoire de l'exploitation minière du cuivre et du zinc au Manitoba

L'intérêt pour l'extraction du cuivre et du zinc dans la province s'est manifesté en 1915, quand une concession, jalonnée sur un chapeau de fer altéré sensé contenir de l'or, s'est avérée être un gisement de sulfure de zinc et de cuivre. Les prospecteurs qui l'ont découvert l'ont baptisé Flin Flon, du nom du héros du roman "La cité sans soleil", Josiah Flintabbatey Flonatin. Un exemplaire de ce roman, dans lequel le héros découvre sous la terre une ville et une mine d'or imaginaires, avait en effet circulé parmi l'équipe de prospection, juste avant leur propre découverte. Le gisement est situé près de la frontière de la Saskatchewan, et s'étend en partie dans cette province.

La même année, le gisement de Mandy était découvert à 5,5 kilomètres au sud-est de Flin Flon. Beaucoup plus petit, il avait cependant une teneur en cuivre exceptionnelle (18 %) et contenait 3 grammes d'or et 71 grammes d'argent par tonne.

Des forages systématiques furent exécutés sur le gisement de Flin Flon, et vers la fin de 1918, les calculs montrèrent qu'il contenait 15 millions de tonnes de minerai, avec en moyenne, 1,68 % de cuivre et 3,49 % de zinc. À cette époque, le prix du cuivre était très bas, et la plus proche ligne de chemin de fer passait par Le Pas, à 130 kilomètres au sud. Le gisement de Flin Flon est resté donc inexploité pendant quelques années. Le gisement de Mandy était si riche, lui, que le minerai ne nécessitait aucune concentration et pouvait être envoyé directement vers la fonderie. L'opération était rentable, malgré la difficulté du transport et la distance. Le minerai était transporté en hiver par traîneaux jusqu'à Sturgeon Landing, puis en été sur des barges, sur 200 kilomètres en passant par le lac Namew, la rivière Sturgeon-Weir, le lac Cumberland, la rivière Saskatchewan jusqu'à Le Pas où il était alors chargé sur des wagons pour être envoyé, par chemin de fer, jusqu'à Trail, en Colombie-Britannique. L'exploitation s'est poursuivie de 1916 à 1919 et a permis l'extraction de 22 885 tonnes de minerai ayant une teneur moyenne de 20 % en cuivre.

C'est vers la fin des années 1920 que la compagnie Hudson Bay Mining and Smelting a entrepris le développement de l'exploitation de Flin Flon après qu'on ait terminé la construction de la liaison ferroviaire avec le complexe. La construction du barrage hydro-électrique situé à 80 kilomètres sur la rivière Churchill, de lignes électriques et du complexe métallurgique a coûté plus de 25 millions de dollars en 1930. Il s'agissait à l'époque de l'un des projets miniers les plus coûteux jamais réalisés. La mine de Flin Flon est entrée en production en 1930, et son exploitation se poursuit aujourd'hui dans les sections plus profondes du gisement, à 1 100 mètres sous la surface. Le gisement de Flin Flon est le plus gros gisement de sulfures massifs contenant du cuivre et du zinc connu au Manitoba, et l'un des plus importants au Canada.

En 1931, l'importance du cuivre et du zinc dans le développement économique du nord du Manitoba fut confirmée quand la Sherritt Gordon Mines Limited mit en production la mine de Sherridon, à 70 kilomètres au nord-est de Flin Flon. À part un arrêt entre 1932 et 1935 causé par la baisse du prix du cuivre à 5,5 cents la livre, la mine de Sherridon fonctionna sans interruption jusqu'à l'épuisement du gisement en 1951.

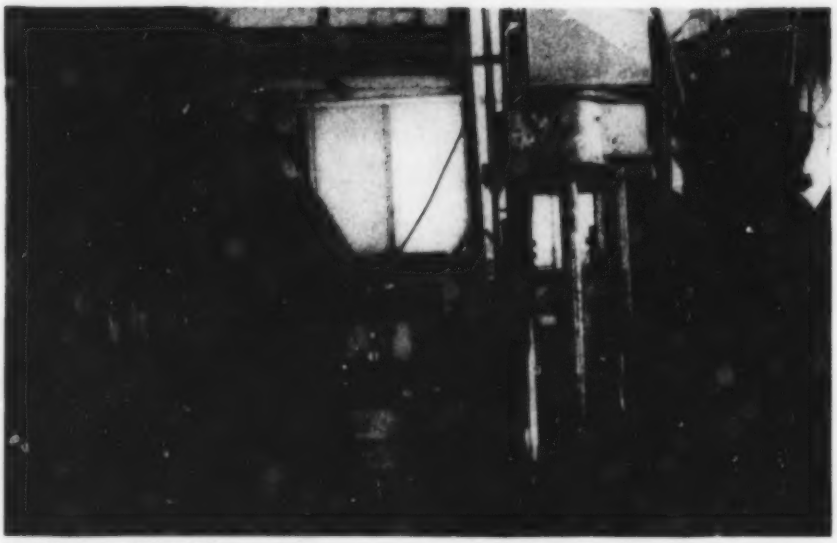
La Hudson Bay Mining and Smelting Co. Limited a exploité plusieurs mines dans la région de Flin Flon de 1948 à 1955, notamment, Cuprus, Schist Lake, North Star et Don Jon. En 1960, la compagnie a commencé l'exploitation de Chisel Lake, première mine de cuivre-zinc dans la région de Snow Lake, et de 1964 à 1970, a mis en exploitation dans la même région les mines de Stall Lake, Osborne Lake, Anderson Lake et Dickstone.

La mine Fox, première mine de cuivre et de zinc de la région de Lynn Lake et propriété de Sherritt Gordon Mines Ltd. est entrée en production en 1970. Elle a été suivie en 1973 par la mine Ruttan.

Au cours de ces dernières années, la Hudson Bay Mining and Smelting Co. a continué d'ouvrir d'autres mines dans la région de Flin Flon, soit notamment, White Lake en 1972, Centennial en 1977, Westarm en 1978, Trout Lake en 1982, et pour la région de Snow Lake, Spruce Point en 1982 et Rod N° 2 en 1984 (Tableau 2).

# Utilisations du cuivre et du zinc

Les besoins de l'industrie en cuivre et en zinc ont augmenté considérablement durant les dernières décennies, mais ont subi un recul lors de la récession mondiale de 1982-1983. Le cuivre et le zinc ont des propriétés uniques, qui les rendent indispensables à l'industrie moderne; ces métaux devraient rester très en demande à l'avenir.



*Installation de forage à Namew Lake*

## Le cuivre

Les propriétés du cuivre qui le rendent indispensable à l'industrie moderne sont :

**Conductivité électrique** — Après l'argent, le cuivre est le meilleur conducteur d'électricité et sa conductivité sert de base aux normes internationales. Près de la moitié du cuivre consommé sert dans l'appareillage et les réseaux électriques de transmission.

**Conductibilité thermique** — Après l'argent, le cuivre est le métal qui présente la meilleure conductibilité thermique. Il est, par exemple, six fois plus conducteur que le fer. On s'en sert partout où cette caractéristique est importante : radiateurs d'automobiles, appareils de chauffage et de refroidissement, chauffe-eau.

**Malléabilité et ductilité** — Le cuivre peut être laminé en feuilles d'une épaisseur de 0,050 millimètre, ou étiré en fils d'un diamètre uniforme de 0,025 millimètre; un demi-kilogramme de cuivre suffit à produire 100 kilomètres de ce fil.

**Usinabilité** — Le cuivre peut être travaillé à chaud comme à froid. Il peut être estampé, embouti, filé, étiré et forgé. Il est facilement assemblé par soudage ou brasage.

**Durabilité** — Le cuivre et ses alliages (le bronze et le laiton) résistent à la corrosion et sont pratiquement indestructibles dans des conditions normales, une autre raison pour laquelle il est employé dans la fabrication des radiateurs de voiture. Les hélices de bateaux, faites de bronze ou de laiton, sont la preuve que ces métaux résistent à l'action corrosive de l'eau salée. Des tuyaux de cuivre qui amenaient l'eau aux pyramides d'Égypte il y a 5 500 ans sont encore en bon état aujourd'hui, ce qui démontre bien que le temps affecte peu ce métal résistant.

**Versatilité** — Le plus versatile des métaux, le cuivre a des utilisations multiples, que ce soit pour les toitures, les connexions déposées par électrolyse sur les circuits imprimés, les cônes de fusées et les contacts vitaux des relais pour systèmes de guidage, et l'agriculture, où le sulfate de cuivre est utilisé comme fongicide. Le cuivre est le principal élément entrant dans la composition de centaines d'alliages à usage industriel. Par exemple, en lui ajoutant moins de 1 % de cadmium, sa résistance à la traction s'accroît considérablement, sans pour cela nuire à sa conductivité. L'addition de 5 % d'étain suffit pour doubler sa résistance, alors qu'un faible pourcentage de béryllium suffit à le rendre aussi solide qu'un acier de bonne qualité. Cet alliage résiste exceptionnellement bien aux fatigues dues aux variations rapides de la charge, et est particulièrement indiqué pour la fabrication des ressorts.

**Esthétique** — Mis à part l'or, le cuivre est le seul métal à avoir cette couleur naturellement chaude et brillante qu'il transmet d'ailleurs à ses alliages. Sa beauté, sa résistance et sa durabilité en font un matériau idéal pour la fabrication de statues, de boutons de porte, de lampes, d'ustensiles de cuisine et de cheminées, ainsi que de bijoux. L'or à 14 carats est un alliage composé de 58 % d'or et 42 % de cuivre.

## Le zinc

Ce métal a des usages multiples, surtout en raison de ses propriétés anticorrosives. On s'en sert surtout (80 %) pour la galvanisation, le moulage et la fabrication du laiton. Il entre aussi dans la composition des peintures, des produits pharmaceutiques et du caoutchouc.

Le fer et les aciers galvanisés reçoivent une couche protectrice de zinc par trempage dans un bain de zinc en fusion. Les produits galvanisés sont surtout utilisés dans le bâtiment et l'industrie automobile : toitures, panneaux de recouvrement, ustensiles moulés, équipements de bureau, conduits de chauffage et de ventilation, panneaux de portes et pièces pour châssis d'automobiles.

Le zinc moulé sert à fabriquer des poignées de portes et de fenêtres, des carburateurs, des pompes, des serrures ainsi que d'autres pièces d'automobiles. Aux États-Unis, le plus gros importateur de zinc canadien, l'industrie automobile consomme les deux-tiers de la production de zinc moulé. Les producteurs de laiton sont le troisième consommateur de zinc. Le laiton trouve son application dans la quincaillerie, la plomberie et les échangeurs de chaleur. Le laiton contient de 5 à 40 % de zinc.

## TABLEAU 2 : MINES ÉPUISÉES ET ACTIVES DU MANITOBA

| Nom de la mine | Propriétaire (abrégé) | Région | Emplacement, figure 1 | Mise en chantier en | Fermée en | Tonnages extraits, déc. 1984 TONNES | %Cu | %Zn | Réserves au 31 déc. 1984 TONNES | %Cu | %Zn | Production en 1984 TONNES | %Cu | %Zn |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mandy | Tonopah Mining Co. | Région de Flin Flon | 1 | 1916 | 1919 | 22 885 | 20.18 | – | | | | | | |
| Flin Flon | H.B.M.&S. | Flin Flon | 1 | 1930 | | 61 069 239$_2$ | 2.19 | 4.2 | 1 377 495$_2$ | 1.93 | 1.0 | 480 760$_2$ | 1.54 | 2.0 |
| Sherridon | Sherrit Gordon | 70 km au NE de Flin Flon | 2 | 1931 | 1932 | 7 737 936 | 2.37 | 2.00 | | | | | | |
| Sherridon | Sherrit Gordon | 70 km au NE de Flin FLon | 2 | 1935 | 1951 | | | | | | | | | |
| Mandy | Emergency Metals Ltd. | Région de Flin FLon | 1 | 1943 | 1944 | 102 231 | 5.63 | 13.95 | | | | | | |
| Cuprus | H.B.M.&S. | Région de Flin Flon | 1 | 1948 | 1954 | 462 002 | 3.24 | 6.42 | | | | | | |
| Schist Lake | H.B.M.&S. | Région de Flin Flon | 1 | 1954 | 1976 | 1 877 813 | 4.21 | 7.00 | | | | | | |
| North Star | H.B.M.&S. | Région de Flin Flon | 1 | 1955 | 1958 | 241 643 | 6.11 | – | | | | | | |
| Don Jon | H.B.M.&S. | Région de Flin Flon | 1 | 1955 | 1957 | 79 313 | 3.07 | – | | | | | | |
| Chisel Lake | H.B.M.&S. | Région de Snow Lake | 3 | 1960 | | 5 061 059 | 0.60 | 10.94 | 2 238 757 | 0.32 | 9.5 | 190 409 | 0.42 | 7.0 |
| Rod No. 1 | Stall Lake Mines Ltd. | Région de Snow Lake | 3 | 1962 | 1964 | 22 675 | 5.00 | 4.5 | | | | | | |
| Stall Lake | H.B.M.&S. | Région de Snow Lake | 3 | 1964 | | 4 158 096 | 4.29 | 0.57 | 2 105 683 | 4.42 | 0.3 | 249 174 | 4.11 | 0.5 |
| Osborne Lake | H.B.M.&S. | Région de Snow Lake | 3 | 1968 | 1983 | 2 852 007 | 3.14 | 1.52 | 528 054 | 2.45 | 1.28 | | | |
| Fox | Sherritt Gordon | 40 km au SW de Lynn Lake | 4 | 1970 | | 11 210 539 | 1.81 | 1.77 | 631 401$_3$ | N.A. | N.A. | 663 152 | 1.62 | 2.20 |
| Anderson Lake | H.B.M.&S. | Région de Snow Lake | 3 | 1970 | | 2 193 546 | 3.41 | 0.1 | 996 055 | 3.54 | 0.1 | 164 691 | 3.51 | 0.1 |

## TABLEAU 2 : MINES ÉPUISÉES ET ACTIVES DU MANITOBA (Cont)

| Nom de la mine | Propriétaire (abrégé) | Région | Emplacement, figure 1 | Mise en chantier en | Fermée en | Tonnages extraits, déc. 1984 TONNES | | Réserves au 31 déc. 1984 TONNES | | Production en 1984 TONNES | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | %Cu | %Zn | %Cu | %Zn | %Cu | %Zn |
| Dickstone | H.B.M.&S. | Région de Snow Lake | 5 | 1970 | 1975 | 775 210 | | 308 380 | | | |
| | | | | | | 2.47 | 3.13 | 2.36 | 4.0 | | |
| White Lake | H.B.M.&S | Région de Flin Flon | 1 | 1972 | 1983 | 849 598 | | | | | |
| | | | | | | 1.97 | 4.63 | | | | |
| Ghost Lake & Lost Lake | H.B.M.&S. | Région de Snow Lake | 3 | 1972 | | 478 277 | | 127 413 | | 40 743 | |
| | | | | | | 1.34 | 8.87 | 1.02 | 7.5 | 1.13 | 4.9 |
| Ruttan | Sherritt Gordon | 90 km au SE de Lynn Lake | 6 | 1973 | | 24 350 440 | | 19 321 226 | | 1 413 394 | |
| | | | | | | 1.23 | 1.50 | 1.46 | 1.3 | 1.47 | 0.91 |
| Centennial | H.B.M.&S. | Région de Flin FLon | 1 | 1977 | 1983[4] | 1 012 818 | | 1 353 113 | | | |
| | | | | | | 1.42 | 2.31 | 1.48 | 2.0 | | |
| Westarm | H.B.M.&S. | Région de Flin Flon | 1 | 1978 | | 1 053 861 | | 525 542 | | 122 452 | |
| | | | | | | 3.34 | 1.25 | 3.54 | 1.8 | 3.39 | 1.1 |
| Spruce Point | H.B.M.&S | Reed Lake | 7 | 1982 | | 428 774 | | 1 164 508 | | 169 934 | |
| | | | | | | 2.64 | 3.50 | 2.24 | 1.7 | 2.69 | 2.9 |
| Trout Lake | H.B.M.&S. | Région de Flin Flon | 1 | 1982 | | 1 053 018 | | 4 196 413 | | 447 461 | |
| | | | | | | 2.00 | 4.36 | 2.43 | 5.5 | 2.45 | 3.8 |
| Rod No. 2 | H.B.M.&S. | Région de Snow Lake | 3 | 1984 | | 42 621 | | 602 406 | | 42 621 | |
| | | | | | | 6.39 | 2.2 | 6.13 | 2.9 | 6.39 | 2.2 |

[1] H.B.M.&S. = Hudson Bay Mining & Smelting Co., Limited

[2] Flin Flon : comprend la partie se trouvant en Saskatchewan

[3] La mine Fox fermera fin 1985

[4] Rouverte en 1985

# Types de gisements

On estime que l'écorce terrestre renforme respectivement 0,007 et 0,008 % de cuivre et de zinc. La teneur des minerais extraits au Manitoba varie de 6,39 % C'u et 2.2 % Zn à la mine Rod, à 1,47 % Cu et 0,91 % Zn à la mine Ruttan et 0,42 % Cu et 7 % Zn à la mine de Chisel Lake.

La concentration du cuivre et du zinc dans les minerais économiquement exploitables découle certainement de phénomènes naturels. Plusieurs théories ont été formulées pour l'expliquer.

**Gisements d'origine volcanique —** La théorie qui prévaut aujourd'hui est celle des émanation volcaniques; elle permet d'expliquer de façon satisfaisante la formation des gîtes métallifères connus au Manitoba. Ce sont des formations rocheuses, contenant au moins 50 % de sulfures. En général, les sulfures de fer (pyrite et pyrrhotine) y sont les plus abondants. Dans les gisements, la chalcopyrite et (ou) la sphalérite les remplacent ou y sont associées. Ces sulfures de cuivre recèlent de petites quantités de métaux précieux ou rares : or, argent, et localement cadmium, sélénium, tellurium et plomb. Ces "sulfures massifs" sont mélangés à des minéraux non métallifères dont les plus communs sont : le quartz, la séricite, les carbonates de calcium et de fer, le graphite, la chlorite et le talc.

Les **sulfures d'origine volcanique** sont souvent associés à de gros amas de roches volcaniques ou à des terrains sédimentaires qui en dérivent. Formés sous l'action de fumerolles submergées (exhalations), ils se seraient déposés sur le fond d'un océan qui recouvrait jadis le Manitoba. Des réactions similaires peuvent être observées aujourd'hui autour des sources thermales et des geysers, par exemple dans le parc national de Yellowstone.

Ces exhalations contenant des métaux prennent leurs sources dans la croûte terrestre et remontent en suivant les fissures dans les couches de roches volcaniques. En atteignant le fond des océans, le refroidissement rapide des solutions ferro-métalliques précepite les sulfures massifs (Figure 5). Les surfures sont donc déposés au-dessus des fumerolles (exhalations) ou bien ils sont emportés par les courants marins et déposés à quelque distance des fumerolles. Les événements géologiques complexes qui ont suivi ont amené les gisements de sulfures massifs à leurs emplacements actuels. Ces événements qui comprennent l'enfouissement sous des couches épaisses de lave ou de roches sédimentaires, les plissements, les cisaillements, le métamorphisme et l'érosion profonde, se sont étalés sur plusieurs millions d'années.

Bien que ces phénomènes aient été assez répandus, seuls quelques-unes de ces activités volcaniques au fond des océans ont produit des gisements de cuivre et de zinc, car il fallait que certains facteurs chimiques et certaines conditions de température soient réunis pour en permettre la formation.

**Les gisements magmatiques et hydrothermaux** dans lesquels le cuivre est associé au nickel sont assez fréquents. Des gisements de nickel-cuivre de ce type ont été exploités à Lynn Lake, dans la région de Bird River dans le sud-est du Manitoba, et le sont aujourd'hui dans la région de Thompson.

Des conditions propices à la découverte de nouveaux gisements existent dans ces régions, ainsi que dans d'autres parties de la province : le lac Jackfish au nord du lac Reed, et au nord-est du lac Wekusko, dans la région de Snow Lake. Le nouveau gisement de Ni-Cu découvert par la Hudson Bay Exploration and Development Company Limited à Namew Lake (Figure 1) en 1984 semble appartenir à cette catégorie.

**Les gisements sédimentaires —** Des indices de cuivre, associés à des roches d'origine sédimentaire, ont été découverts et étudiés ces dernières années au lac Kadeniuk, 50 kilomètres au sud de Lynn Lake. Les recherches dans cette région n'ont pas donné pour le moment des résultats encourageants.

**Les "Porphyry Copper" —** Ce genre de gisement, où les sulfures (surtout pyrite et chalcopyrite) sont finement disséminés dans des roches granitiques, a été découvert récemment au Manitoba. De gros gisements de ce type sont connus en Colombie-Britannique. Au Manitoba, cependant, les recherches n'ont pas donné de résultats très prometteurs.

**Les calcaires paléozoiques —** Ces couches épaisses de roches sédimentaires qui recouvrent le Précambrien sont surtout composées de carbonates de calcium et de magnésium parfois argileux (Figure 1). Dans d'autres régions du Canada, d'importants gisements de plomb-zinc et de cuivre y ont été découverts. La recherche dans ce type d'environnement est restée jusqu'à maintenant assez limitée au Manitoba.

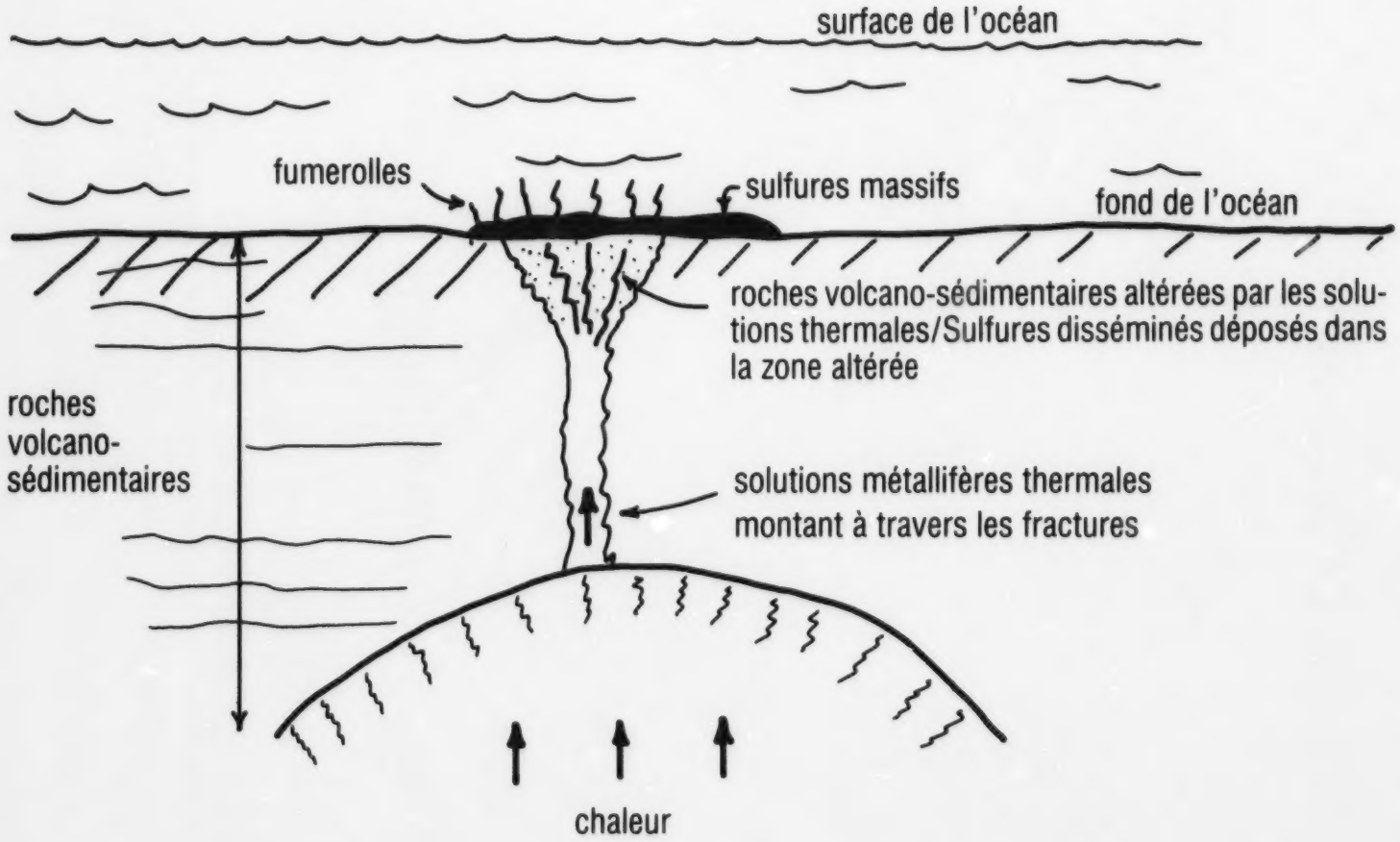



*Figure 5.*
*Schéma simplifié montrant la formation d'un gisement de sulfures massifs par des fumerolles métallifères.*

# Exploration des gisements de cuivre-zinc

Au Manitoba, les gisements de sulfures massifs ont des géométries très diverses, mais apparaissent généralement sous forme de lentilles ou groupes de lentilles; rangées parallèlement aux couches rocheuses encaissantes. Les roches précambriennes encaissantes peuvent présenter des plissements et des pendages prononcés. Quand il affleure, le gisement se présente sous la forme d'une veine de largeur variable (quelque mètres à quelque dizaine de mètres) dont la longueur peut atteindre plusieurs centaines de mètres.

La plupart des gisements sont cachés par des terrains de recouvrement (sables, graviers, boues, terres arables), de l'eau (lacs et rivières) ou sont restés pincés entre les roches encaissantes loin de la surface. Pour découvrir ces gisements, l'industrie minière a mis au point toute une gamme de méthodes géophysiques et géochimiques basées sur les propriétés électriques, magnétiques et chimiques des sulfures.

L'utilisation des méthodes géophysiques permet, en général, de localiser les conducteurs enterrés jusqu'à une profondeur de 150 mètres. Contrastant avec les roches encaissantes qui sont habituellement mauvaises conductrices d'électricité (résistantes), la chalcopyrite est un excellent conducteur, et la sphalérite, bien que résistante quand elle est pure, est généralement associée à d'autres sulfures conducteurs. Malheureusement, d'autres formations géologiques sont conductrices, tels les sulfures ferreux, le graphite, les zones fracturées, les veines aquifères; ces conducteurs sans intérêt économique sont bien plus fréquents que les sulfures de zinc et de cuivre. La découverte d'un conducteur ne signifie donc pas forcément la présence d'un gisement.

Les anomalies géophysiques sont en général interprétées par un géophysicien qui sélectionne les plus favorables pour l'exploration complémentaire par forage au diamant. Le forage est la seule méthode qui permette de confirmer la vraie composition d'un conducteur profond. En fait, grâce au carottage, le forage permet un échantillonnage continu, de la surface jusqu'à une profondeur de 100 à 200 mètres, intersectant la veine conductrice (Figure 6).

Sur le Bouclier canadien, on estime que sur 700 trous forés sur des anomalies, un seul intersecte un sulfure économiquement exploitable. Le coût du forage, qui s'élève de nos jours à environ 80$ le mètre, représente la plus grand part d'un budget d'exploration. Selon les statistiques, le coût de la découverte d'une mine varie entre 20 et 40 millions de dollars.

# Exploitation d'un gisement

## L'exploitation minière

Dans la phase qui suit la découverte d'un gisement, un grand nombre de trous doivent être forés pour déterminer la forme du gisement, sa masse, ses teneurs ainsi que le tonnage extractable minimum. Ces informations forment les bases d'une étude de rentabilité qui permettent à une compagnie de décider de mettre, ou non, le gisement en exploitation.

Un capital important doit en effet être immobilisé avant qu'un gisement ne devienne économiquement exploitable.

Une route d'accès, une ligne électrique jusqu'à la concession, l'aménagement du terrain, le chevalement du puits, les treuils servant à remonter la cage et les bennes, un broyeur, un concentrateur, des bâtiments pour abriter les bureaux, et ensuite un puits et un réseau de galeries (d'avancement, de coupe, de remonte, de passe, etc....), tous ces éléments sont à mettre en place avant de pouvoir commencer l'exploitation.

Les parties affleurantes des gisements de Flin Flon et de Ruttan étaient suffisamment importantes pour être exploitées à ciel ouvert jusqu'à des profondeurs respectives d'environ 100 et 200 mètres. Des puits furent ensuite creusés pour permettre l'extraction souterraine du minerai plus profond. Une mine à ciel ouvert n'est rentable que si la veine de minerai présente une certaine épaisseur, et cesse de l'être à partir d'une certaine profondeur.

Dans une mine type (Figure 7), le minerai est détaché par dynamitage sur plusieurs niveaux, puis chargé et véhiculé jusqu'à la passe principale où il est déchargé. Il passe alors dans un premier broyeur. Il est ensuite remonté à la surface et, après un second broyage, est envoyé au concentrateur.

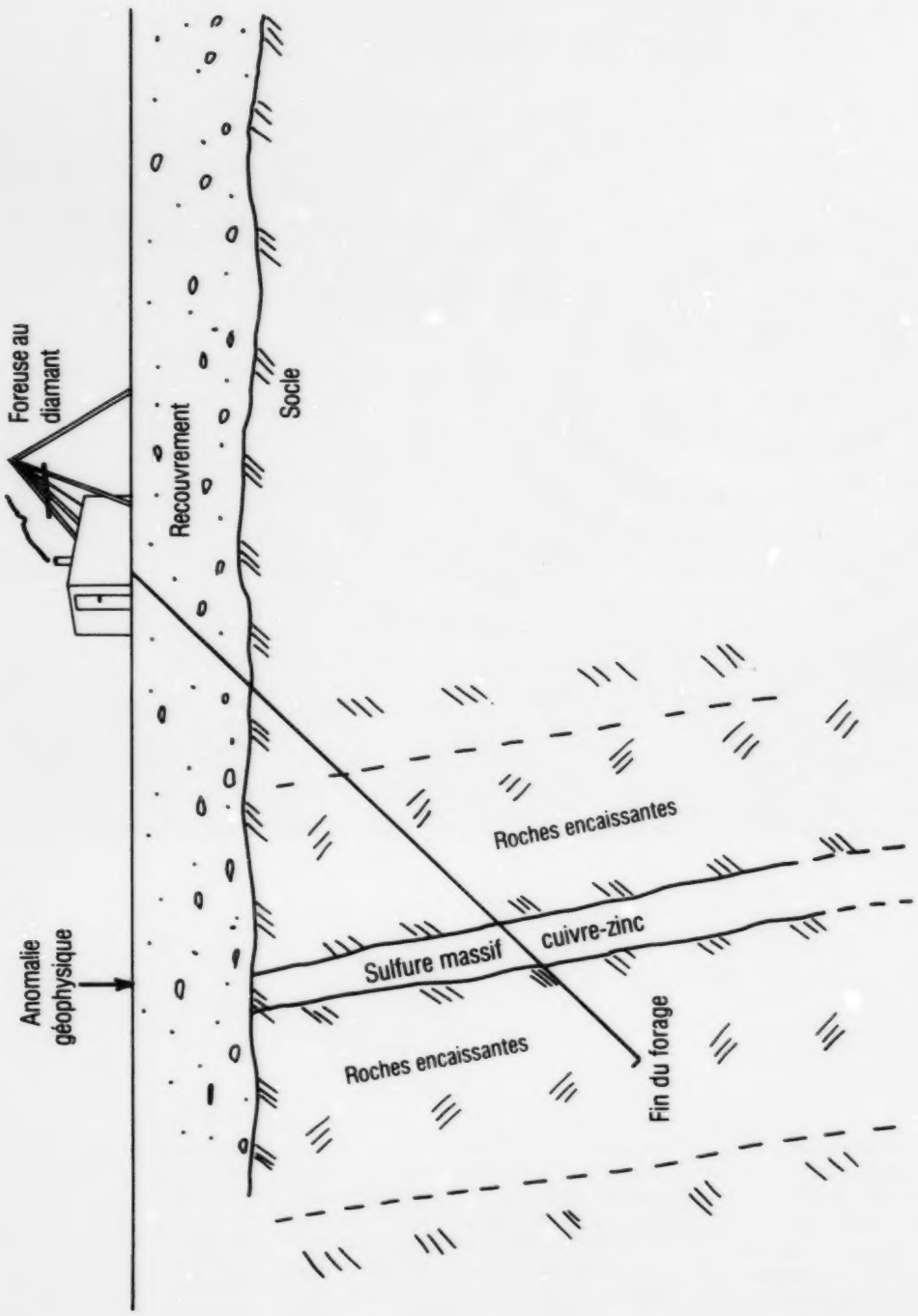
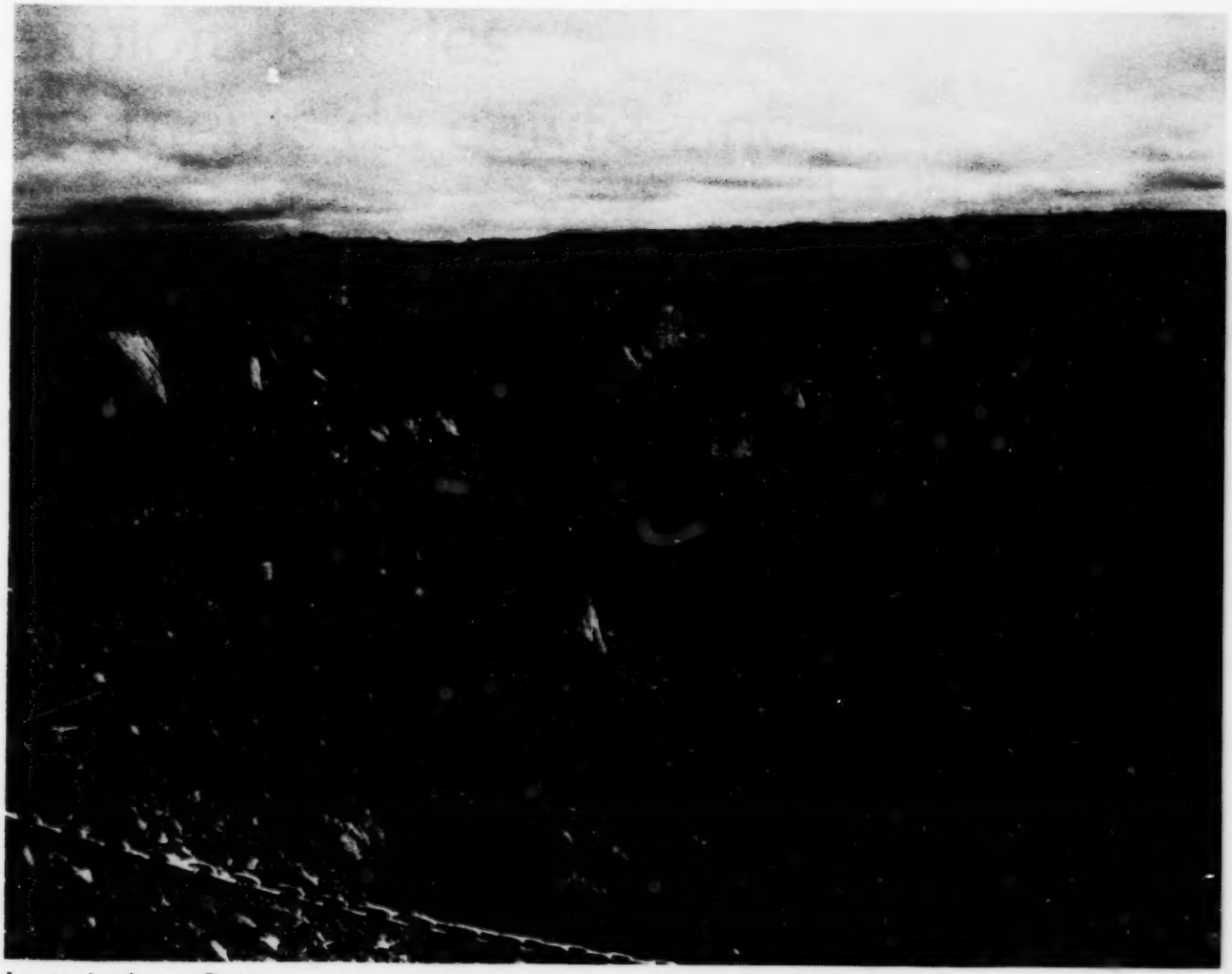



*Figure 6.*
*Forage d'exploration d'un sulfure massif sur une anomalie géophysique.*



*La mine à ciel ouvert Ruttan*

(Sherritt Gordon Mines Limited)

## Le broyage

Le minerai ainsi extrait ne contient qu'un pourcentage relativement faible de cuivre ou de zinc. Il doit être concentré puis traité pour permettre l'extraction de métal pur.

Les concentrateurs, appelés aussi moulins, sont construits aussi près que possible des mines, ceci afin de diminuer les coûts de transport, les minerais contenant en moyenne 90 % de résidus. Le minerai, finement broyé, est mélangé à l'eau jusqu'à former une boue liquide. Les sulfures intéressants en sont alors séparés par flottation par moussage. Des substances organiques, ajoutées à la boue, altèrent les caractéristiques des particules du minerai. Les unes sont "mouillables" alors que d'autres, les particules de sulfure, retiennent des bulles d'air et viennent flotter à la surface. Les mousses, qui contiennent les sulfures et d'autres éléments intéressants, sont écumées dans plusieurs bains de concentrations différentes. Deux concentrés sont ainsi obtenus: un de cuivre et un de zinc. Du concentré de plomb est aussi produit aux mines de Chisel Lake et de Ghost Lake, il est envoyé à trail en Colombie-Britannique pour y être traité.

À Snow Lake, un concentrateur, inauguré en 1979, permet le traitement du minerai sur place, alors qu'il devait jusque-là, être envoyé à Flin Flon. D'autres concentrateurs pour cuivre et zinc ont été construits aux mines Fox et Ruttan, dans la région de Lynn Lake.

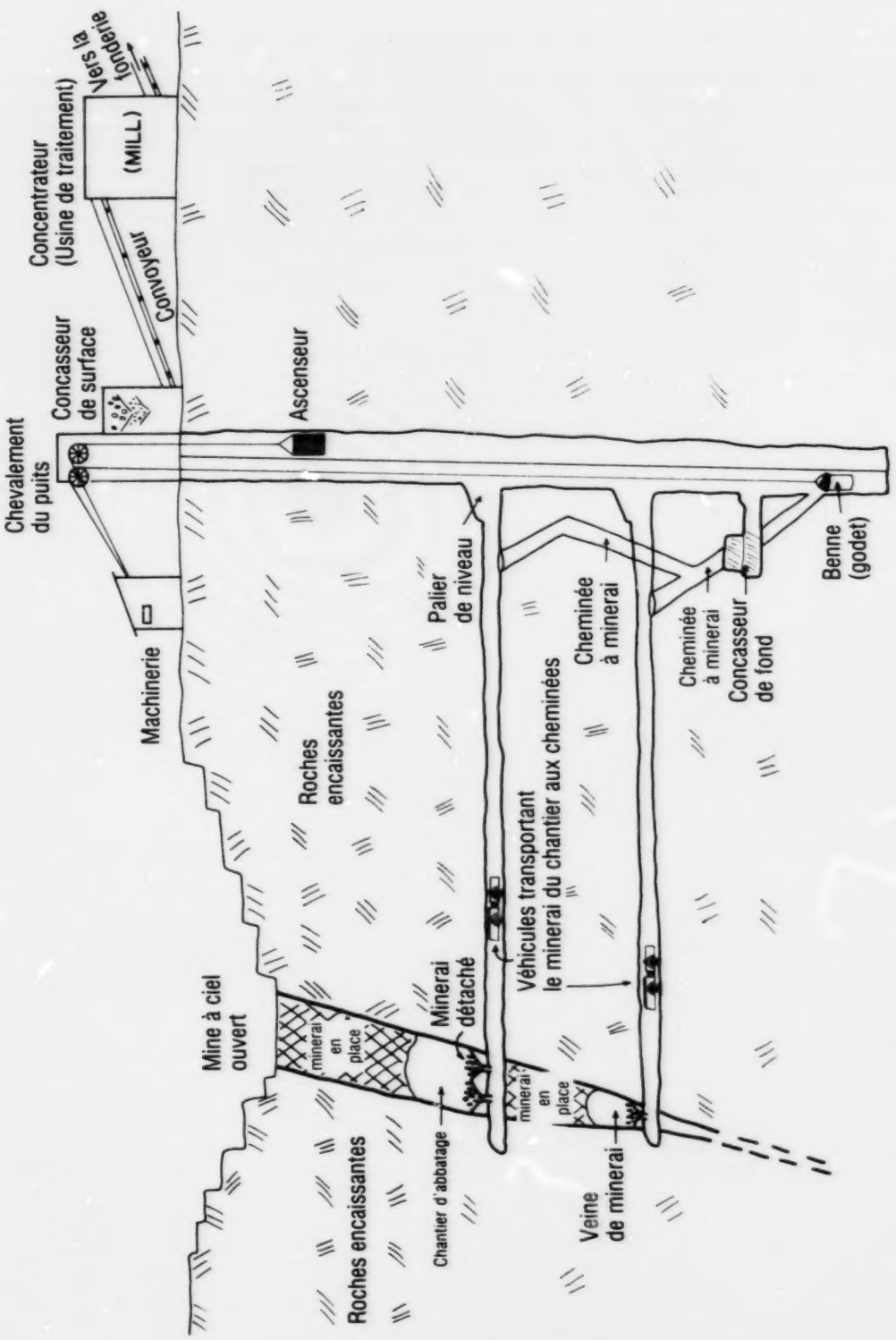



*Figure 7.*
*Coupe schématisée d'une mine.*

## La fonte et le raffinage

Le concentré de cuivre est mélangé à du sable de silice, puis fondu dans un four dont la température dépasse 1 000°C. Deux produits sont ainsi obtenus : la matte, plus lourde, qui contient le cuivre, l'or, l'argent, le sélénium, le tellurium, ainsi que des traces de fer et de soufre; le plus léger, les scories, contient un peu de zinc, de fer et de la silice. La matte de cuivre est purifiée puis envoyée vers une raffinerie, dans l'Est canadien, d'où en sont extraits le cuivre, l'or, l'argent, le sélénium et le tellerium. Les scories sont traitées à la raffinerie de Flin Flon pour l'extraction du zinc. Le concentré de zinc est d'abord grillé, puis traité chimiquement pour en obtenir une solution contenant le zinc et le cadmium. L'électrolyse permet alors de recouvrer ces deux métaux, qui sont ensuite fondus, puis moulés pour être expédiés vers les industries utilisatrices.

Le seul complexe de raffinage et de fonderie du Manitoba est situé à Flin Flon et exploité par la Hudson Bay Mining & Smelting Co., Limited. Tous les concentrés de cuivre et de zinc extraits des mines de Flin Flon et de Snow Lake, ainsi que les concentrés provenant des mines Fox et Ruttan de la compagnie Sherritt Gordon Mines Limited y sont traités. Une partie du concentré de cuivre de la mine Ruttan, ainsi que celui qui provient de l'extraction du nickel, à Thompson, sont expédiés hors du Manitoba pour y être traités.

# Protection de l'environnement

Contrairement à ce qui aurait pu se passer auparavant, la protection de l'environnement naturel est une des principales préoccupations des compagnies minières et des divers paliers de gouvernement.

Dès l'établissement des camps d'exploration, un contrôle strict permet d'éviter que l'on n'inflige à la nature des dégâts inutiles. Le déboisage est limité à un strict minimum et les ordures sont enterrées ou ramenées vers les villes. Les villes minières nouvelles, comme Leaf Rapids, sont construites en prenant soin de préserver la végétation locale, et de façon à donner aux habitants un cadre agréable et aussi naturel que possible. On s'efforce aussi d'implanter les structures des mines loin des grandes routes ou des principaux lacs, pour éviter de gâcher les paysages naturels. On se sert des déblais de mine pour reboucher les galeries des chantiers épuisés ou pour d'autres travaux de remblayage, telles les routes. Dans toutes les usines, les déchets liquides sont purifiés pour minimiser leur incidence sur la vie aquatique des lacs et des rivières qui les entourent. En 1974, un nouveau système de carneaux, dont une cheminée de 200 mètres, a été installé pour les fours à fonte et à calcinage de l'usine de Flin Flon par la compagnie Hudson Bay Mining and Smelting dans le but d'atténuer les effets des émanations.

Le gaz sulfureux ($So_2$) provenant des fonderies est une importante source de pollution. Ce gaz est à l'origine des pluies acides. Les gouvernements provinciaux et fédéral ainsi que l'industrie étudient plusieurs solutions, dont l'usage de l'électricité, pour réduire ou éliminer ces émanations de $SO_2$.

Ces quelques exemples illustrent bien les efforts que l'on déploie depuis quelques années pour démontrer qu'une industrie minière moderne au Manitoba est tout à fait en mesure de s'intégrer à l'environnement naturel et aux autres industries du Nord canadien (le tourisme, la pêche, la fourrure, le bois), et de contribuer à rehausser la qualité de vie des habitants.

# Conclusion

La prospérité de plusieurs collectivités du nord du Manitoba est fondée sur l'exploitation des mines de cuivre et de zinc. Si l'on décidait d'abandonner ces mines, les villes comme Flin Flon, Snow Lake, Lynn Lake et Leaf Rapids subiraient un exode semblable à celui qui a frappé Sherridon en 1951, à la suite de l'arrêt des opérations minières. En 1984, on estimait que les réserves en minerai de cuivre et de zinc seraient suffisantes pour maintenir le niveau actuel de production pendant un peu moins de dix ans, et ce, dans un contexte économique favorable. Pour garantir l'existence de l'industrie minière manitobaine au delà de cette période, il est donc indispensable de poursuivre l'exploration afin de découvrir de nouveaux gisements exploitables.

Les travaux d'exploration des gisements de cuivre et de zinc poursuivent principalement dans les régions de Flin Flon, Snow Lake et Lynn Lake, ainsi que dans les autres régions volcaniques de la province. Il existe cependant d'autres formations dont la géologie laisse présager la présence de gisements exploitables.

Durant les dix dernières années, 170 millions de dollars ont été dépensés au Manitoba pour la recherche de gisements de cuivre et de zinc. On espère ainsi ouvrir de nouvelles mines ou accroître la durée des gisements existants. Grâce à l'amélioration des techniques, l'exploration minière continue à s'étendre à de nouvelles régions bien que les regions traditionelles comme celles de Flin Flon et Snow Lake continuent d'attirer la majeure partie des investissements.

En 1984, le gouvernement du Manitoba a signé avec le gouvernement canadien une entente portant sur cinq ans qui prévoit des dépenses de 24,7 millions de dollars pour stimuler le développement des ressources minières de la province. Cette entente porte sur l'analyse des gisements, la sécurité dans les mines, ainsi que sur l'étude des procédés d'extraction et de traitement. Cela a pour but d'aider l'industrie à concentrer ses programmes d'exploration dans les zones les plus prometteuses et à améliorer sa productivité, tout en assurant la protection des travailleurs et celle de l'environnement.

Le potentiel de découverte de nouveaux gisements de cuivre et zinc est élevé au Manitoba, si les conditions économiques restent favorables, l'industrie minière de la province semble vouée à un avenir prometteur.

## Énergie et Mines Manitoba

Le ministère de l'Énergie et des Mines du Manitoba s'applique continuellement à améliorer notre connaissance de la géologie et des ressources naturelles. Les géologues et les analystes du Ministère, en collaboration avec leurs confrères de l'industrie et du gouvernement fédéral, ont accumulé un grand nombre de rapports techniques. Pour obtenir de plus amples renseignements sur le cuivre et le zinc au Manitoba, s'adresser à :

Services d'exploration
Énergie et Mines Manitoba
330, av. Graham, pièce 550
Winnipeg (Manitoba) R3C 4E3
(204) 945-6541

## TABLEAU 3 : GISEMENTS IMPORTANTS DE CUIVRE-ZINC DÉCOUVERTS ENTRE 1970 ET 1985

| Nom du gisement | Propriétaire (abrégé) | Région | Emplacement sur la figure 1 | Tonnage connu TONNES / %Cu / %Zn | Année de la découverte | État actuel |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Centennial | H.B.M.&S.[1] | Baker's Narrows | 1 | Voir Tableau 2 | 1970 | Exploité |
| Barrington | H.B.M.&S. | À l'est de Lynn Lake | 8 | 111 040 / 2.63 / — | 1972 | Non exploité |
| Westarm | H.B.M.&S. | Schist Lake | 1 | Voir Tableau 2 | 1973 | Exploité |
| Spruce Point | Freeport Can. Expl.—H.B.M.&S. | Reed Lake | 7 | Voir Tableau 2 | 1973 | Exploité |
| Farewell Lake | M.M.R.[2] | Au SE de Reed Lake | 9 | 256 681 / 2.03 / — | 1974 | Non exploité |
| Lost Lake | H.B.M.&S. | Snow Lake | 3 | Inclus dans la mine de de Ghost Lake | 1974 | Exploité par la mine de Ghost Lake |
| Trout Lake | Granges Expl.-H.B.M.&S. | Flin Flon | 1 | Voir Tableau 2 | 1975 | Exploité |
| Frances Lake | Granges Expl.-M.M.R.-Sherrit Gordon | Lynn Lake | 10 | 281 000 / 0.6 / 7.1 | 1976 | Non exploité |
| Sylvia Zone | M.M.R.—H.B.M.&S. | Au SE de Reed Lake | 9 | 907 185 / 2.4 / 0.8 | 1977 | Non exploité |
| Namew Lake | H.B.M.&S. | 60 km au sud de Flin Flon | 20 | 2 340 000 / 0.9 / 2.44% Ni | 1984 | En construction |
| Callinan | H.B.M.&S.—Consolidated Callinan Flin Flon Mines | Flin Flon | 1 | 1 542 000[3] / 1.41 / 4.0 | 1984 | Exploration en galeries |
| Morgan Lake | Granges Expl. | Au SW de Snow Lake | 3 | Fortes teneurs en zinc | 1985 | Exploration |

[1] H.B.M.&S. = Hudson Bay Mining & Smelting Co., Limitaed
[2] M.M.R. = Manitoba Mineral Resource Ltd.
[3] 45% de ce tonnage est en Saskatchewan

## TABLEAU 4 : IMPORTANTS GISEMENTS DE CUIVRE-ZINC DÉCOUVERT AVANT 1970 ET NON EXPLOITÉS AU 31 DÉCEMBRE 1985.

| Nom du gisement | Propriétaire (abrégé) | Région | Emplacement sur la figure 1 | Tonnage connu TONNES | %Cu | %Zn | Date de découverte |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Copper-Man | Falconbridge | Au sud de Wekusko Lake | 11 | 221 308 | 2.63 | 4.46 | 1928 |
| Bob Lake | Sherritt Gordon | Sherridon | 2 | 2 158 660 | 1.33 | 1.18 | 1941 |
| Hyers Island | W.B. Dunlop | Oxford Lake | 12 | 317 450 | 2.5 | – | 1943 |
| Sherlynn (Goodenough) | Sherlynn Mines | Lynn Lake | 10 | 165 074 | 2.63 | 1.21 | 1947 |
| "FL" Group (Gods Lake zone) | Granges Expl. – MMR[1] Sherritt Gordon | Lynn Lake | 10 | 453 500 | 0.9 | 2.2 | 1947 |
| "Z" | Sherritt Gordon | Lynn Lake | 10 | 138 771 | 1.11 | 2.49 | 1947 |
| Vamp Lake | H.B.M.&S.[2] | Vamp Lake | 13 | 421 840 | 1.66 | 2.2 | 1950 |
| Rail Lake | H.B.M.&S. | Au NW de Reed Lake | 5 | 294 775 | 3.0 | 0.7 | 1958 |
| Jungle | H.B.M.&S. | Sherridon | 2 | 3 355 900 | 1.42 | 1.1 | 1958 |
| MacBride Lake | Knobby Lake Mines | MacBride Lake | 14 | 484 338 | 0.35 | 8.77 | 1958 |
| Wim | H.B.M.&S. | Au nord de Snow Lake | 15 | 988 630 | 2.91 | – | 1962 |
| Pinebay | Pinebay Mines | Sourdough Bay | 1 | 1 360 500 | 1.3 | – | 1967 |
| Reed Lake | H.B.M.&S. | Reed Lake | 7 | 1 035 794 | 2.18 | – | 1969 |

[1] M.M.R. = Manitoba Mineral Resources Ltd.
[2] H.B.M.&S. = Hudson Bay Mining & Smelting Co., Limited

# Bibliographie


Baldwin, D.A.
1976 : Evaluation of disseminated base metal environments, in Non-Renewable Resource Evaluation Program, First Annual Report 1975-1976; *Division des ressources minières du Manitoba*, Rapport 77-1: 62-92.
1977 : Disseminated base metal environment; *dans Division des ressources minières du Manitoba*, Report of Field Activities, 1976: 22-24.
1980 : Porphyritic intrusions and related mineralization in the Flin Flon Volcanic Belt; *Division des ressources minières du Manitoba*, Economic Geology Report ER79-4.
1980 : Disseminated stratiform base metal mineralization along the contact zone of the Burntwood River Metamorphic Suite and the Sickle Group; *Division des ressources minières du Manitoba*, Economic Geology Report ER79-5.

Bamburak, J.D.
1977 : Important mineral properties of Manitoba; *Division des ressources minières du Manitoba*, Rapport 77-2.

Boldy, J.
1977 : (Un)certain exploration facts from figures; *Canadian Mining and Metallurgical Bulletin*, Vol. 70, No. 781: 86-95.

Cole, C.G.
1931 : Progress in metal mining in Manitoba; *Transactions de l'Institut canadien des mines et de la métallurgie*, Vol. 35: 39-57.

Davies, J.F., Bannatyne, B.B., Barry, G.S. et McCabe, H.R.
1962 : Geology and mineral resources of Manitoba; *Direction des mines du Manitoba*.

Division des ressources minières du Manitoba
1979 : Carte géologique du Manitoba, échelle : 1:1 000 000 Carte 79-2.
1980 : Carte minéralogique du Manitoba, échelle : 1:1 000 000 Carte 80-1.

Elders, F.J.
1976 : Calc-alkaline plutonism, volcanism and related hydrothermal mineralization in the Superior Province of Northeastern Manitoba; *Canadian Mining and Metallurgical Bulletin*, Vol. 69, No. 771: 83-95.

Énergie, Mines et Ressources Canada
1985 : L'Annuaire des minéraux du Canada 1983-1984.

Gale, G.H., Baldwin, D.A. et Koo, J.
1980 : A geological evaluation of Precambrian massive sulphide potential in Manitoba; *Division des ressources minières du Manitoba*, Economic Geology Report ER79-1.

Laughlin, W.H.
1984 : Canadian reserves of gold, silver, lead, zinc, copper, nickel, molybdenum as of January 1, 1983; *Énergie, Mines et Ressources Canada*.

Phillips, K.A.
1979 : Minerals of Manitoba, Vol. II (Metallic Minerals); *Division des ressources minières du Manitoba*, Educational Series 78-2.

Pinsent, R.H.
1977 : The Lynn Lake Ni-Cu deposits, in Non-Renewable Resource Evaluation Program, Second Annual Report 1976-1977; *Division des ressources minières du Manitoba*, Open File Report 77-7: 33-42.
1980 : Nickel-copper mineralization in the Lynn Lake Gabbro; *Division des ressources minières du Manitoba*, Economic Geology Report ER79-3.

Sangster, D.F.
1972 : Precambrian volcanogenic massive sulphide deposits in Canada: A review; *Commission Géologique du Canada*, Paper 72-22.
1978 : Isotopic studies of ore-leads of the circum-Kisseynew volcanic belt of Manitoba and Saskatchewan; *Canadian Journal of Earth Sciences*, Vol. 15: 1112-1121.

Theyer, P.
1977 : Evaluation of nickel environments in Manitoba; in Non-Renewable Resource Evaluation Program, Second Annual Report 1976-1977; *Division des ressources minières du Manitoba*, Open File Report 77-7: 23-32.
1980 : Stratigraphic setting of selected ultramafic bodies in the Superior and Churchill provinces, and certain aspects of nickel-copper deposits in the Thompson Nickel Belt; *Division des ressources minières du Manitoba*, Economic Geology Report ER79-2.

Zacharias, S.K.
1984 : Brass making in medieval western Europe; *Canadian Mining and Metallurgical Bulletin*, Vol. 77, No. 863: 110-114.